

Die Durchblutungsänderung der menschlichen Haut in Ruhe bei autogen Trainierten und nicht autogen Trainierten

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Winfried Schranz
aus Koblenz

Mainz 1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik für Psychotherapie der
Johannes Gutenberg Universität Mainz

Direktor: Professor Dr. D. Langen

DIE DURCHBLUTUNGSÄNDERUNG DER MENSCHLICHEN
HAUT IN RUHE BEI AUTOGEN TRAINIERTEN UND
NICHT AUTOGEN TRAINIERTEN

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen
vorgelegt von
Winfried Schranz
aus Koblenz
Mainz 1973

Fachbereichsdekan: Professor Dr. J. Fischer

Referent: Professor Dr. D. Langen

Korreferent: Professor Dr. D. Voth



Meinen Eltern

Inhalt

I.	Einleitung	S. 1
II.	Methodik	S. 4
	1. Messgerät und Messprinzip	S. 4
	2. Versuchspersonen	S. 8
	3. Versuchsanordnung	S. 9
III.	Ergebnisse	S. 11
IV.	Diskussion	S. 16
V.	Zusammenfassung	S. 20
VI.	Anhang	S. 22
VII.	Literatur	S. 30
VIII.	Danksagung	S. 33
IX.	Lebenslauf	S. 34

I. Einleitung

Von wesentlicher Bedeutung für die jeweilige Bewusstseinshelligkeit ist der Retikularapparat des Hirnstammes in Abhängigkeit sowohl von peripheren wie von kortikalen Einflüssen. Durch ein Ausblenden der Umgebungseize, durch Ruhigstellung und Innenwendung (SCHULTZ, 1966) kommt es zu einem Absinken des Erregungszustandes in diesem retikulären System und damit zum Vorgang des Einschlafens (LANDOIS - ROSEMAN, 1962).

Beim Vorgang des Einschlafens kommt es zu motorischen und vegetativen Phänomenen, die insgesamt auf eine trophotrope Reaktionslage des Organismus hinweisen:

Die Kreislauftätigkeit wird gedämpft, Herzfrequenz und Herzkraft der Systole wird vermindert, die Atmung wird ruhiger und langsamer, die Aktivitätsbereitschaft des motorischen Systems sinkt, ebenso die der Sinnesorgane.

Wie sich die Durchblutung der Haut in diesem Zustand ändert, soll in dieser Arbeit, die ein Erkundungsexperiment darstellt, erfasst werden.

Bei der Durchblutung der Haut nehmen die Kapillaren eine bevorzugte Stellung ein. Sie sind Bestandteile eines vollkommenen Kreislaufsystems. Unter Hautkapillaren versteht man die Papillerkapillaren, welche als haarnadel-förmige Gefässchen den kleinsten Endarterien entspringen (aus dem subpapillären Arteriennetz) und jeweils drei oder vier oder mehr Papillen versorgen. Jede Papille hat einen arteriellen Zufluss und einen venösen Abfluss. Mehrere absteigende Kapillarschenkel endigen zusammen in einem unter den Papillen liegenden Sammelgefäß, das zum

subpapillären Venennetz führt. Dieser Sammelplexus ist ein bedeutsamer Blutspeicher und die Basis für die Wärmeabgabe des Körpers (MACHER, E., 1962). Lediglich in den äusserst extremen Extremitätenenden, in der Finger- und Zehenbeere, im Nagelbett und Nagelfalz (CLARA, M. und J. STRAUBESAND) kann durch die Öffnung arteriovenöser Anastomosen ein direkter Zufluss arteriellen Blutes aus dem subpapillären Arteriennetz in das subpapilläre Venennetz unter Ausschaltung des Weges durch die Papillkapillaren hergestellt werden.

Der enorme Reichtum arteriovenöser Anastomosen an den Extremitätenspitzen weist auf eine funktionelle Sonderstellung dieser Gefässregion hin. HILLE konnte feststellen, dass die Gefässe der Haut nicht nur deren Ernährung sichern, sondern dass die Haut der Hände unter normalen "Behaglichkeitsbedingungen" die Thermoregulation, die vom Hypothalamus gesteuert wird, für den gesamten Organismus ausübt. Erst ersatzweise springt die Gesichtshaut ein, dann die übrigen Hautgebiete. Ausserdem bilden die venösen Plexus ein nicht unbedeutendes Blutreservoir. Die Hautdurchblutung unterliegt einer Steuerung des vegetativen Nervensystems. Im Gegensatz zu anderen Gefässgebieten scheint in der Haut der antagonistisch wirksame Dualismus von Sympathikus und Parasympathikus nicht zu existieren. Adrenergische Formationen lassen sich in engster Nachbarschaft der Hautgefässe darstellen (NIEBAUER, G.). Der Tonus der Gefässe wird aufrechterhalten auf nervösem Wege und durch die Autonomie der glatten Muskeln selbst. Den Gefässen laufen dauernd Impulsserien über den Sympathikus zu. Diese tonisierenden Impulse stammen von den Vasomotorenzentren der Medulla oblongata. Die Autonomie der Gefässmuskulatur besteht in einer völlig ungeregelten (asynchronen), relativ geringer rhythmischer Kontraktionen einzelner Gefässwandzellen (Grundspannung). Da vasodilatatorische Fasern zu den Hautge-

fäßen nicht bekannt sind, dürfte eine cutane Gefässerweiterung nervös nur durch Verminderung des Vaso-konstriktoren-Tonus zustande kommen.

Eine lokale Gefässerweiterung der Haut können afferente Impulse in sensorischen Hautnerven auslösen, die antidrom über Kollateralen zu Gefässnerven geleitet werden. Dieser sogenannte Axonreflex wird ausgelöst durch Auftreten von Stoffwechselprodukten. Bei erhöhtem Stoffwechselbedarf kommt es zu einer Gefässerweiterung.

Generell lässt sich sagen, dass tätige Organe eine höhere Schwelle gegenüber den Sympathikusreizen aufweisen als ruhende.

Der Effekt einer generellen Steigerung des Sympathikustonus ist deshalb eine Blutverschiebung von ruhenden in tätige Organe.

Die zentrale Frage, die in dieser Arbeit angegangen werden soll, ist: Wie verhält sich die Hautdurchblutung der rechten Daumenbeere in Ruhe unter Behaglichkeitsbedingungen? Die Versuchspersonen sollten ihre Vorstellung von Ruhe im Sinne des Sich Ausruhens verwirklichen.

Die zweite Aufgabe dieser Arbeit ist, die Hautdurchblutung des rechten Daumens in Ruhe zwischen zwei Gruppen zu vergleichen. Die erste Gruppe beherrschte das Autogene Training, die zweite beherrschte es nicht.

Ein solcher Vergleich scheint sinnvoll, denn das autogene Training sucht die Fähigkeit zum selbstständigen Vollzug der Umschaltung in eine trophotrope Reaktionslage durch systematisches Ueben im Sinne von Reaktionsketten immer fester auszubilden.

Funktionszustände, wie Verdauung, Schlaf und Ruhe, in denen vegetative Funktionen aktiviert sind, im Dienste der Assimilation und Energierestitution, bezeichnete W. R. HESS als trophotrop. Im trophotropen Zustand sind alle auf Energieentfaltung hinzielenden Vorgänge stark gedämpft. Es überwiegen jene assimilatorischen Prozesse, welche die Leistungsbereitschaft des inneren Milieus auf lange Sicht sicherstellen. Bei genauer Analyse dieser Vorgänge stellt man ein Vorherrschen der parasympathischen Innervation fest. Diesen trophotropen Zustand sollten die Versuchspersonen, die das autogene Training beherrschten, nicht mit Hilfe des autogenen Trainings erreichen. Es wäre möglich, dass die autogen Trainierten im Gegensatz zu den nicht autogen Trainierten schneller die trophotrope Reaktionslage erreichten, und dies würde sich vielleicht in der Hautdurchblutung äussern.

II Methodik

1. Messgerät und Messprinzip

Die vorliegenden Ergebnisse wurden nach dem Prinzip der lokalen Wärmeleitmessung nach H. HENSEL gewonnen. Als Messgerät diente der "Fluvograph" der Fa. Hartmann und Braun AG, Frankfurt am Main, mit dem Standard-Element Typ P_1 zur kleinflächigen Messung der Hautdurchblutung. Dieser Messfühler wurde von der Herstellerfirma geeicht. (Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei an dieser Stelle für die Ueberlassung des Gerätes gedankt).

Das Messelement besteht im Prinzip aus einer elektrisch aufheizbaren und einer ungeheizten Feingoldplatte von je 4 mm Durchmesser und 1 mm Höhe in einem Mittelpunktabstand von 6 mm. Die beiden runden Plättchen sind in eine plane Hautkontaktfläche auf der Unterseite des Messfühlers eingelassen. Temperaturdifferenzen zwischen beiden Kontaktflächen können mit Hilfe von Thermoelementen ständig gemessen und aufgezeichnet werden. Von der geheizten Platte wird proportional der konstanten Uebertemperatur und der Wärmeleitzahl des Mediums, das an den Messkopf grenzt, je Zeiteinheit eine Wärmemenge in das Medium abgegeben.

Nach diesem Prinzip kann die Wärmeleitzahl der Haut bestimmt werden. Beim durchbluteten Gewebe erfolgt der Wärmeabtransport von der geheizten Platte nicht nur durch Konduktion, sondern auch durch Konvektion. Demnach wird nicht die Wärmeleitzahl im physikalischen Sinne gemessen, sondern eine Grösse, die nach ASCHOFF, J. als Wärmetransportzahl bezeichnet wird (Scheinleitzahl" BUETTNER, R. 1936). Die konvektive Komponente lässt sich durch arterielle Drosselung ausschalten. Auf diese Weise kann die Wärmeleitzahl λ_0 des undurchbluteten Gewebes bestimmt werden.

Für die Bestimmung der Wärmeleitzahl gilt folgende Gleichung:

$$\lambda = \frac{k}{\Delta t} \cdot J^2 \quad (\text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C})$$

k ist eine Proportionalitätskonstante, die vom Aufbau und den Abmessungen des Messfühlers abhängt.

J ist der Heizstrom in Ampere. J^2 steht für die über alle Versuche konstantgehaltene Heizleistung.

Rein physikalisch handelt es sich bei λ um die Wärmeleitzahl des untersuchten Materials. Im Falle der menschlichen Haut geht jedoch neben den konduktiven noch ein veränderlicher konvektiver Anteil in die Grösse ein. Dieser Gleichung fehlt zur Vollständigkeit eine subtraktive Konstante. Sie stünde für den gleichbleibenden Messfehler, hervorgerufen durch den direkten Wärmezufluss vom beheizten zum unbeheizten Plättchen durch das Material der Sonde. Uns interessiert jedoch nur die Änderung des λ , nicht ihr bereits bestimmter Absolutwert.

HENSEL zeigte, dass Änderungen der Wärmetransportzahl im normalen Gewebe der Haut unter physiologischen Bedingungen ausschliesslich auf Durchblutungsänderungen zurückzuführen sind. Er fand zwischen beiden eine lineare Beziehung. Die Differenz zwischen Wärmetransportzahl bei normaler Durchblutung und der Wärmetransportzahl der undurchbluteten Haut ist somit ein Mass für die Durchblutung. Der Versuch aus der Wärmetransportzahl die absolute Grösse der Durchblutung zu bestimmen erscheint schwierig und ist für diese Arbeit nicht entscheidend, da es hier nur um Vergleichsbestimmungen geht, die absolute Durchblutung aber nicht interessiert.

Entscheidend für die Messgenauigkeit waren folgende Voraussetzungen:

1. Der Auflagedruck der Sonde soll ohne Verkantung und damit gleichmässig sein ($\leq 20 \text{ g/cm}^2$).
2. Die Zweiplattenelemente sollen so angelegt werden, dass die Verbindungslinie der Kontaktplatten quer zur Längsachse der Extremitäten verläuft zur Vermeidung eines Temperaturabfalles von Proximal nach distal (instationärer Temperaturfehler)

3. Der Versuch soll bei indifferenten Zimmertemperatur ablaufen, die bei allen Versuchen 22°C betrug.
4. Die Messung begann 2 Min. nach Einschalten des Heizstromes, denn erst dann war die Wärmekonduktion im Gleichgewicht.
5. Die Versuchspersonen hatten keine gefäßaktiven Pharmaka eingenommen.

Die Wärmeleitzahl λ_0 der undurchbluteten menschlichen Haut liegt zwischen $4,2$ u. $11,9 \cdot 10^{-4}$ cal/cm . sec . $^{\circ}\text{C}$ (HENSEL, J.) Bei der vorliegenden Arbeit wurde von dem Mittelwert λ_0 von $10,8 \cdot 10^{-4}$ cal/cm . sec . $^{\circ}\text{C}$ ausgegangen. Die Streuung der Einzelwerte betrug $\pm 0,85 \cdot 10^{-4}$. Durch den "Drosselungs-test", der immer nach dem Versuch durchgeführt wurde, einer 2-3 Min. langen Durchblutungssperre, erhält man den λ_0 -Wert als absoluten Nullwert. Der charakteristische Verlauf des zugehörigen Kurvenabschnittes gibt Hinweis darauf, wie günstig die Messonde liegt.

In dieser Arbeit wird eine individuelle Null-Linie gebildet, die von Versuchsperson zu Versuchsperson verschieden ist. Sie wird planimetrisch aus den ersten zwei Min. der Kurve als "individueller Nullwert" oder "Ausgangswert" Δt_R (s. S. 11) bestimmt.

Da zwischen λ u. Δt eine reziproke Proportionalität herrscht, der Ausgangswert Δt_R die individuelle Null-Linie ist, sind interindividuell die Δt -Werte direkt vergleichbar. Der Vorteil, mit Δt -Werten zu arbeiten liegt darin, ein planimetrisches Verfahren anwenden zu können, das gestattet, die ganze Kurve auszuwerten und nicht nur willkürlich einzelne Punkte. Die Δt -Werte wurden zur Beurteilung der Wärmeleitzahl λ verwendet, da Δt umgekehrt proportional der Wärmeleitzahl λ ist.

2. Versuchspersonen

Als Versuchspersonen standen 57 männliche "Normalpersonen" im Alter von 20 bis 30 Jahren zur Verfügung. Normalpersonen heisst, dass es sich um Versuchspersonen handelte, die frei waren von irgendwelchen gröberen Erscheinungen krankhafter Art.

Von den 57 Personen beherrschten 33 das autogene Training nicht, während das bei den restlichen 24 der Fall war. Sie trainierten schon mindestens über sechs Monate regelmässig, sodass sie ein deutliches Schwere- und Wärmeerlebnis hatten.

3. Versuchsanordnung

Die Messungen wurden in einem Raum der Poliklinik für Psychotherapie an der Johannes Gutenberg Universität Mainz durchgeführt. Ein konstanter Geräuschpegel drang von aussen in den Raum ein, ohne die Versuchspersonen zu belästigen, eher schien er den Versuch durch seine Monotonie zu begünstigen. Die Umgebungstemperatur lag relativ konstant um 22°C , so dass sich die Versuchspersonen normal bekleidet ohne Decke auf einem Ruhesofa behaglich hinlegen konnten. Die Messungen mussten stets nachmittags zwischen 13 u. 16 Uhr gemacht werden, da nur zu dieser Zeit der Raum zur Verfügung stand. Der Raum wurde durch Zuziehen der Vorhänge leicht verdunkelt. Die Versuchspersonen konnten sich zur Genüge an die Umgebung gewöhnen, denn bis zur Kurvenaufzeichnung vergingen etwa 15 Minuten. In dieser Zeit wurde der Fluvograph für die Kurvenregistrierung vorbereitet (Kompensation, Heizung). Zuvor wurde den Versuchspersonen die Elektrode und ein Blutdruckmessgerät für den Drosselungstest angelegt. Währenddessen erklärte der Versuchsleiter die Methode und die Bedeutung des Versuches.

Den Versuchspersonen wurde aufgetragen, sich möglichst behaglich hinzulegen, sich auszuruhen und sich möglichst gut zu entspannen.

Es wurde jeweils eine Ruhekurve von 10-minütiger Dauer aufgezeichnet und ausgewertet.

Für die Beurteilung geeigneter Elementlage vor der Messung erschien der empfohlene Drosselungstest (LIEBOWITZ, 1961) bei der vorliegenden Fragestellung nicht geeignet. Eine arterielle Drosselung mit anschliessender reaktiver Hyperämie vor der eigentlichen Kurvenaufzeichnung hätte die schon eingesetzte Entspannung der Versuchspersonen gestört.

Um die Messergebnisse nicht zu beeinflussen, wurden Drosselungsteste erst nachher durchgeführt. Kurven von 57 Versuchspersonen wurden auf diese Weise ausgewertet, wobei die Elektrode an der Fingerbeere des rechten Daumens angebracht war. Den 24 Versuchspersonen, die das autogene Training beherrschten, wurde ausdrücklich gesagt, sie sollten vermeiden, autogen zu trainieren.

Als Kontrolle diente der typische Kurvenverlauf der Wärmetransportzahl der Haut im autogenen Training-Initialabfall, Hauptreaktion, Schlusszacke, Nachreaktion (UBER, TH. 1966, VOGEL, W. 1967, TRESS, W. 1973).

Die mittlere Abweichung vom individuellen Nullwert (Δt_m) und deren Standardabweichung wurden nach folgenden planimetrischen Verfahren gefunden:

Zuerst wurde der individuelle Nullwert aus dem Kurvenverlauf der ersten zwei Minuten planimetrisch ermittelt. Mit diesem wurden die folgenden Kurvenabschnitte verglichen. Δt_R ist natürlich bei allen Versuchspersonen unterschiedlich, wird aber als die jeweils individuelle Nulllinie behandelt (vgl. S. 7). Von Δt_R wurde eine Gerade durch die gesamte Kurve gezogen, sodass zwischen Gerade und Kurve eine Fläche oberhalb und unterhalb der Geraden bestimmt werden konnte. Die Fläche unterhalb der Geraden wurde von der oberhalb subtrahiert ($F_{ob.} - F_{unt.}$). Aus den Einzelwerten der 5. u. 6. Minute und der 9. und 10. Minute und der 3. bis 10. Minute wurden die Mittelwerte mit Standardabweichung gebildet, die in mm^2 angegeben waren. Diese Werte wurden in $^{\circ}C$ umgerechnet, diese $^{\circ}C$ -Werte sind dann die mittlere Abweichung vom individuellen Nullwert (Δt_m) und deren Standardabweichung (s. S. 13).

Aus den Mittelwerten in mm^2 wurde ein Rechteck gebildet, dessen Länge der zu untersuchende Kurvenabschnitt war. Die Rechtecklänge betrug also entweder 20 mm oder 80 mm, denn eine Minute entspricht 10 mm. Die Rechteckbreite entsprach der mittleren Abweichung vom individuellen Nullwert. Sie konnte leicht in $^{\circ}C$ umgerechnet werden, da nach der Eichkurve, die vor jedem Versuch gemacht wurde, 12 mm $0,1^{\circ}C$ entsprechen.

Für die weitere Auswertung der planimetrisch gewonnenen Einzelwerte wurden zwei parameterfreie Auswertungsver-

fahren herangezogen: Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest und der Mann-Whitneytest.

Aus dem zehnminütigen Verlauf jeder Einzelkurve wurden drei Abschnitte erfasst und ausgewertet:

- 1.) 3. bis 10. Min.
- 2.) 5. und 6. Min.
- 3.) 9. und 10. Min.

Diese Abschnitte sind bezogen auf den Ausgangswert oder individuellen Nullwert, der aus dem Kurvenablauf der ersten zwei Minuten gebildet wird.

Es schien nicht ausreichend, nur den Verlauf der Kurve zwischen der 3. bis 10. Minute zu betrachten, da innerhalb dieses Verlaufsabschnittes entscheidende Änderungen auftreten können, die durch das hier angewandte planimetrische Verfahren der Auswertung nicht erfasst werden. Deshalb wurde noch gesondert der Kurvenverlauf der 5. u. 6. Minute sowie der 9. u. 10. Minute ausgewertet.

Einen durchschnittlichen Verlauf der Wärmetransportzahl schematisch wiederzugeben, ist schwierig, da jede Einzelkurve im Vergleich zur anderen eine eigene Rhythmik aufweist. HENSEL deutete sie schon 1955 als rhythmische Vasokonstriktion und- dilatation und spricht von Spontanrhythmik, die Wellen von einer ein bis mehreren minütigen Periodendauer und ganz unterschiedlicher Amplitude zeigt.

Unter völlig gleichen Aussenbedingungen zeigen die Wellen grosse individuelle Unterschiede, die für den betreffenden Menschen bis zu einem gewissen Grade charakteristisch sind (HENSEL 1955).

Die folgende Uebersicht gibt Auskunft über die Mittelwerte und Standardabweichungen der planimetrisch ermittelten Abweichungen vom individuellen Nullwert (umgerechnet auf $^{\circ}\text{C}$).

Kurvenabschnitt	mittlere Abweichg. v. indiv. Nullwert	Standardabweichg.	Gruppe
	Δt_m ($^{\circ}\text{C}$)	Δ ($^{\circ}\text{C}$)	
3. bis 10. Min.	- 0,028	0,0475	autog. Train.
5. und 6. Min.	- 0,008	0,05	"
9. und 10. Min.	- 0,066	0,082	"
3. bis 10. Min.	- 0,0175	0,0518	n. autog. Train.
5. und 6. Min.	+ 0,006	0,0584	"
9. und 10. Min.	- 0,0417	0,0835	"

Diese Werte sind in zwei Abbildungen (s. S. 29) eingetragen. Auf beiden Abbildungen erkennt man ein Absinken der Kurve in der 9. und 10. Minute, jedoch ist die Standardabweichung gross. In der 5. und 6. Minute ist kein so deutlicher Unterschied vom individuellen Nullwert festzustellen. Die 3. bis 10. Minute zeigt ein klares Absinken der Kurve, das jedoch nicht so deutlich ist wie in der 9. und 10. Minute.

Die gewonnenen Einzelwerte wurden mit Hilfe von zwei parameterfreien Verfahren ausgewertet:

a) Wilcoxon - Vorzeichen - Rang Test (s. SIEGEL, S. 75 ff)
Dieser Test ist ein parameterfreier Test zur Prüfung, ob sich zwei verbundene Beobachtungsreihen hinsichtlich eines Merkmales unterscheiden oder nicht.

Für die autogen trainierte Gruppe, die aus 24 Versuchspersonen bestand, ergab sich folgendes:

1. Auswertung der Kurvenabschnitte der 3. bis 10. Min.
 $T = 42$, kritischer Wert = 61 ($N = 24$). Die Messreihen unterscheiden sich demnach signifikant ($p < 1\%$).
2. Auswertung des Kurvenabschnittes der 5. u. 6. Min.
 $T = 111,5$, kritischer Wert = 81 ($N = 24$). Die Messreihen unterscheiden sich nicht signifikant.
3. Auswertung des Kurvenabschnittes der 8. u. 10. Min.
 $T = 42$, kritischer Wert = 61 ($N = 24$). Die Messreihen unterscheiden sich signifikant ($p < 1\%$).

Für die nicht autogen trainierte Gruppe, die aus 33 Versuchspersonen bestand, ergab sich folgendes:

Für mehr als 25 Versuchspersonen ($N \geq 25$) wird als Prüfgrösse $z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T}$ vorgeschlagen. (s. Siegel, S. 75)

1. Auswertung des Kurvenabschnittes der 3. bis 10. Min.
 $T = 208,5$, $z = -1,31$
 Das Ergebnis ist nicht signifikant.
2. Auswertung des Kurvenabschnittes der 5. u. 6. Min.
 $T = 296$, $z = 0,278$
 Das Ergebnis ist nicht signifikant.
3. Auswertung des Kurvenabschnittes der 8. u. 10. Min.
 $T = 111,5$, $z = -1,4$
 Ergebnis ist signifikant ($p < 0,05$).

b) Mann - Whitney Test (U-Test) (s. Siegel, S. 116-127)

Dieser parameterfreie Test kann angewandt werden für Vergleiche zweier unverbundener Beobachtungsreihen.

Hier bestehen die beiden unverbundenen Beobachtungsreihen aus der Gruppe der autogen trainierten und der Gruppe der nicht autogen trainierten Versuchspersonen.

Verglichen werden die Kurvenabschnitte der 9. u. 10. Min. und die der 3. bis 10. Min. beider Gruppen, weil in diesen Kurvenabschnitten in beiden Gruppen deutliche Temperaturunterschiede zu verzeichnen waren.

Der Vergleich der 9. u. 10. Minute der beiden Gruppen ergab kein signifikantes Ergebnis ($U = 333$, $z = 1,5$).

Der Vergleich der 3. bis 10. Minute beider Gruppen ergab ebenfalls kein signifikantes Ergebnis ($U = 340$,

$z = 1,6$).

IV. Diskussion

Die Ergebnisse beider Gruppen (Autogen-Trainierte und nicht autogen Trainierte) bestätigten einen signifikanten Abfall der Wärmetransportzahl in der 9. u. 10. Min. gegenüber dem individuellen Nullwert. Das es in der 5. u. 6. Min. noch nicht zu einer signifikanten Abweichung gekommen ist, liegt wohl an der Kürze der Zeit, in der dem Organismus noch keine Umstellung in die Ruhelage gelungen ist. Die Auswertung des Kurvenabschnittes der 3. bis 10. Min. bei der Gruppe der nicht autogen Trainierten ergab ein nicht signifikantes Ergebnis, während das Ergebnis bei den autogen Trainierten signifikant war. Ob nun tatsächlich ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen diesen Kurvenabschnitten beider Gruppen bestand, sollte der Test nach Mann-Whitney erbringen. Gleichzeitig wurden auch die Kurvenabschnitte der 9. u. 10. Min. beider Gruppen verglichen nach Mann-Whitney. Beide Auswertungen ergaben ein nicht signifikantes Ergebnis. Daraus folgt: Es besteht kein statistischer Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Jedoch besteht kein Zweifel, dass bei beiden Gruppen die Wärmetransportzahl signifikant gegenüber dem individuellen Nullwert abfällt. Das bedeutet, die Hautdurchblutung sinkt in der Ruhe.

Wie ist die Abnahme der Durchblutung der Fingerbeere des rechten Daumens zu erklären?

Die Hautgefäße, besonders die arteriovenösen Anastomosen, stehen unter dem Einfluss des sympathischen Nervensystems, dessen vasokonstriktorische Aktivität für den Tonus der Arterie und Vene verantwortlich ist. Die Gefässerweiterung erfolgt vorwiegend durch Hemmung

des Vasokonstriktorentonus (SCHAEFER, H. 1952).

Da schon die Umstellung in die Ruhelage einer trophotropen Umstimmung des Organismus im Dienste der Assimilation und der Verdauung entspricht, kann man annehmen, dass sich dies in verschiedenster Weise äussert:

1. Im Blutkreislauf kommt es zu einer Verlangsamung des Herzrhythmus mit Abnahme der systolischen Kraft und der Verlängerung der Diastole. Der gesamte Herz- und Gefässapparat wird entlastet. Solche Aenderungen werden nach W. R. HESS durch die sog. Kreislaufentlastungs-Reaktion erzeugt.
2. Die Atmung ist ruhig, leicht verlangsamt und von mittlerer Tiefe.
3. Im Gebiet des Verauungsapparates sind die Splanchnicus-Arteriolen in trophotropen Funktionslagen erweitert, dies unterstützt synergistisch die Sekretions- und Resorbtionstätigkeit des Verdauungsapparates, die für die Restitution der Zellen erforderlich ist. Gleichzeitig ist in diesem Gebiet eine vermehrte Peristaltik zu registrieren.

Die Aenderung der Durchblutung erfolgt durch eine Zu- und Abnahme des sympathischen Vasokonstriktorentonus. Dabei nimmt die konstriktorische Erregbarkeit der Gefässe nach distal zu und entfaltet an den Akren der Extremitäten ihre grösste Wirksamkeit. Die an diesen Stellen reichlich vorhandenen arteriovenösen Anastomosen besitzen die grösste Empfindlichkeit auf nervale Reize. Die in Ruhe zu beobachtenden vasomotorischen Spontanschwankungen der Durchblutung sind deshalb an den Fingern besonders ausgeprägt.

Infolge der Oberflächenverhältnisse und der grossen Durchblutungsschwankungen, gerade in ihren distalen Teilen, stellt die Haut der Extremitäten ein besonderes Wirkungsgebiet der physikalischen Temperaturregulation dar. Ein Beispiel: Die Stromverteilung zwischen Haut- und Muskeldurchblutung ändert sich mit der Gesamtdurchblutung: Je höher die Gesamtdurchblutung z. B. des Armes, um so mehr Blut fliesst prozentual durch die Haut z. B. bei einer Gesamtdurchblutung von $3-6 \text{ cm}^3/\text{min}/100 \text{ cm}^3$ Arm fließen 30% durch die Haut und 70% durch den Muskel, bei mehr als $6 \text{ cm}^3/\text{min}/100 \text{ cm}^3$ Arm fließen 50% durch die Haut und 50% durch den Muskel. Daran sieht man, welche Bedeutung der Hautdurchblutung für die Wärmeregulation zukommt.

In Ruhe ist also die Hautdurchblutung zugunsten der Muskeldurchblutung verschoben (BUEHLMANN, A. A. 1972) in Bezug auf die Stromverteilung der Gesamtdurchblutung. Da in der Ruhe der Stoffwechsel erniedrigt ist, fallen auch keine vermehrten Stoffwechselprodukte an, die über den sogenannten Axonreflex eine lokale Gefässerweiterung in der Haut hervorrufen könnte. Auf S. 3 wurde gesagt, dass eine Blutverschiebung von ruhenden in tätige Organe gegenüber Sympathikusreizen statfinde wegen der höheren Schwelle tätiger Organe. Da die arteriovenösen Anastomosen des Splanchnicusgebietes sich erweitern in trophotroper Reaktionslage, ist die Durchblutung zugunsten des Verdauungsapparates verschoben. Auch die Wärmeabgabe ist sicher in Ruhe verringert, sodass die Haut wegen der Thermoregulation nicht vermehrt durchblutet werden muss. Ohne dies fanden die Versuche in thermoindifferentem-Zustand statt d. h. unter "Behaglichkeitsbedingungen" und zusätzlich wurde die rechte Hand der Versuchsperson in ein Wolltuch eingehüllt.

Wenn man all diese Ueberlegungen wie

- a) Vasokonstriktorentonus an den Hautgefäßen,
- b) Kreislaufentlastungsreflexe in Ruhe,
- c) Erweiterung der Splanchnicusarteriolen im Verdauungstrakt in trophotrope Reaktionslage,
- d) Stromverteilung der Gesamtdurchblutung des Armes zugunsten der Muskeldurchblutung in Ruhe,
- e) kein Axonreflex durch verminderte Stoffwechselprodukthanfälle in Ruhe,
- f) keine vermehrte Wärmeabgabe in Ruhe

berücksichtigt, ist zu erwarten, dass die Hautdurchblutung in Ruhe absinkt.

V. Zusammenfassung

Unter thermoregulatorisch indifferenten Bedingungen wurde das Verhalten der Hautdurchblutung in Ruhe gemessen. Als relatives Mass zur Beurteilung der Hautdurchblutungsgrösse und ihrer kurzfristigen Aenderungen diente die Wärmetransportzahl der undurchbluteten und durchbluteten Haut. Sie wurde nach der Methode der fortlaufenden, lokalen Wärmeleitmessung nach HENSEL bestimmt. Von 57 Versuchspersonen wurden die Schwankungen der Wärmetransportzahl aufgezeichnet. 33 Versuchspersonen beherrschten das autogene Training nicht, die restlichen 24 übten das autogene Training über sechs Monate regelmässig und hatten ein deutliches generalisiertes Schwere- und Wärmeerlebnis. Während des Versuches trainierten sie nicht autogen, sondern entspannten sich in der Ruhe.

Die Ergebnisse ergaben einen signifikanten Abfall der Hautdurchblutung beider Gruppen in der 9. u. 10. Min. vom individuellen Ausgangswert Δt_R .

Der Kurvenabschnitt der 5. u. 6. Min. beider Gruppen zeigte keine signifikante Aenderung der Wärmetransportzahl zum individuellen Nullwert Δt_R .

Der Kurvenverlauf der 3. bis 10. Min. beider Gruppen war unterschiedlich:

Die autogen trainierte Gruppe zeigte einen statistisch signifikanten Abfall der Hautdurchblutung zum Ausgangswert Δt_R . Die Gruppe der nicht autogen Trainierten dagegen ergab keine statistisch signifikante Aenderung der Hautdurchblutung zum Ausgangswert.

Daraufhin wurden die Abschnitte der 9. u. 10. Min. und die der 3. bis 10. Min. jeweils beider Gruppen nach dem Test von Mann - Whitney verglichen. Das Ergebnis zeigte

keinen signifikanten Unterschied.

Es lässt sich also sagen, dass die Hautdurchblutung der Fingerbeere in Ruhe nach einer zehnminütigen Messung signifikant bei beiden Gruppen, den autogen Trainierten und den nicht autogen Trainierten, absinkt, dass aber in Bezug auf das Ausmass des Absinkens der Hautdurchblutung zwischen beiden Gruppen kein Unterschied festzustellen war.

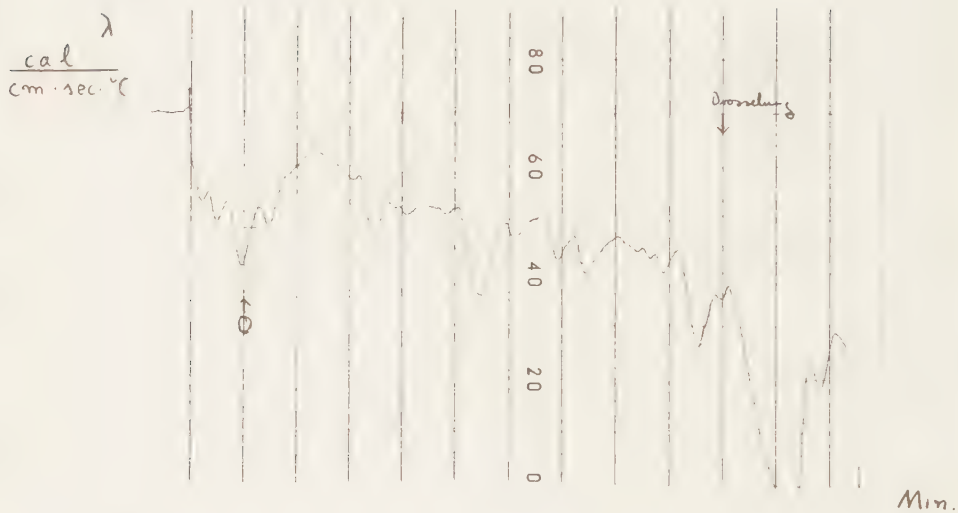
VI. Appendix

Typische Kurvenverläufe

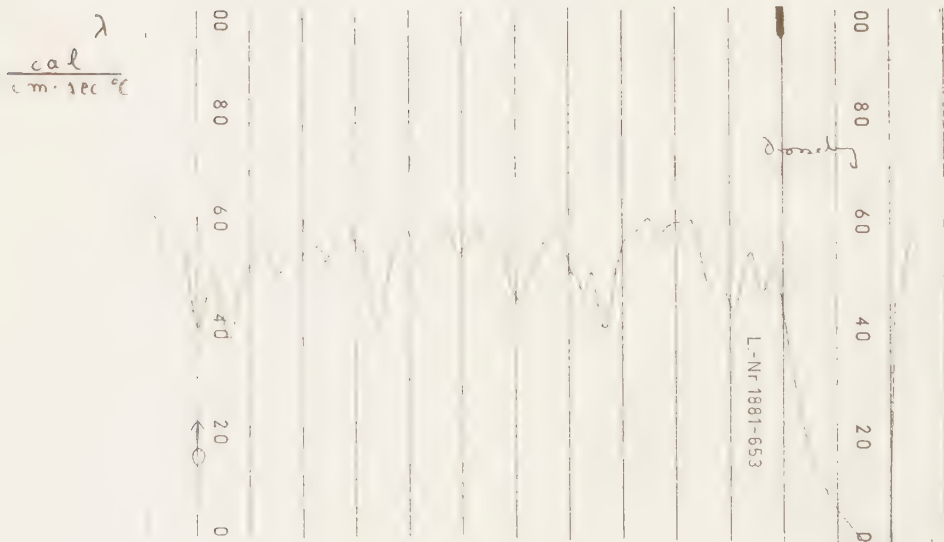
1. Verlauf der Wärmetransportzahl der Haut bei Versuchspersonen, die das autogene Training beherrschten, aber nicht während des Versuches trainierten.
2. Verlauf der Wärmetransportzahl der Haut bei Versuchspersonen, die das autogene Training nicht beherrschten.

1. Gruppe der autogen Trainierten

A.

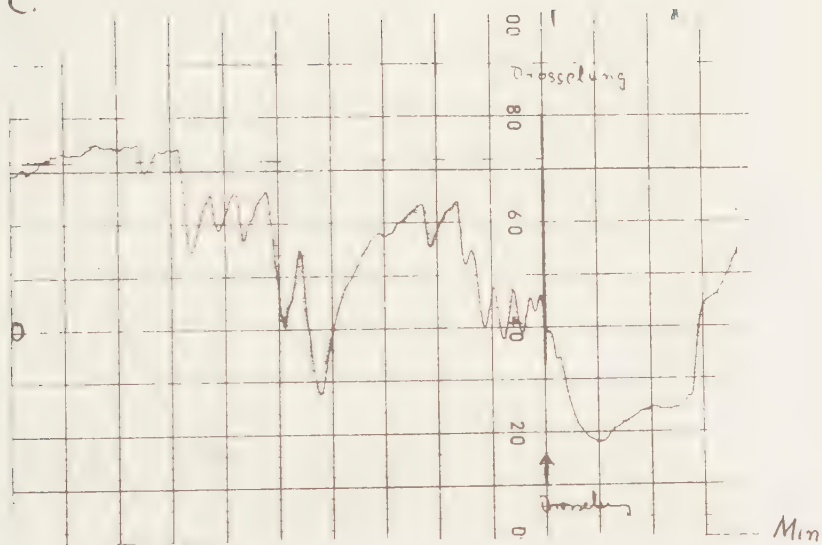


B.



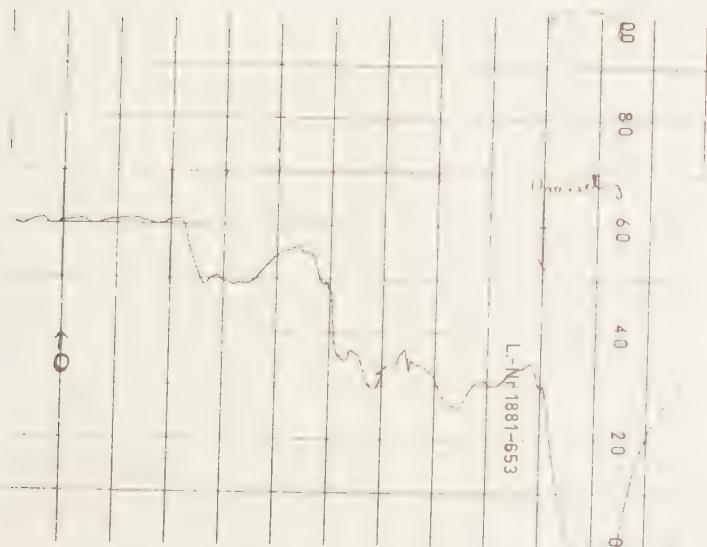
C.

λ



D.

λ



Kommentar zu den Kurvenverläufen aus der Gruppe der autogen Trainierten.

Jede der vier Kurven zeigt eine eigene Rhythmik von unterschiedlicher Amplitudengrösse und Periodendauer, HENSEL spricht von "Spontanrhythmik".

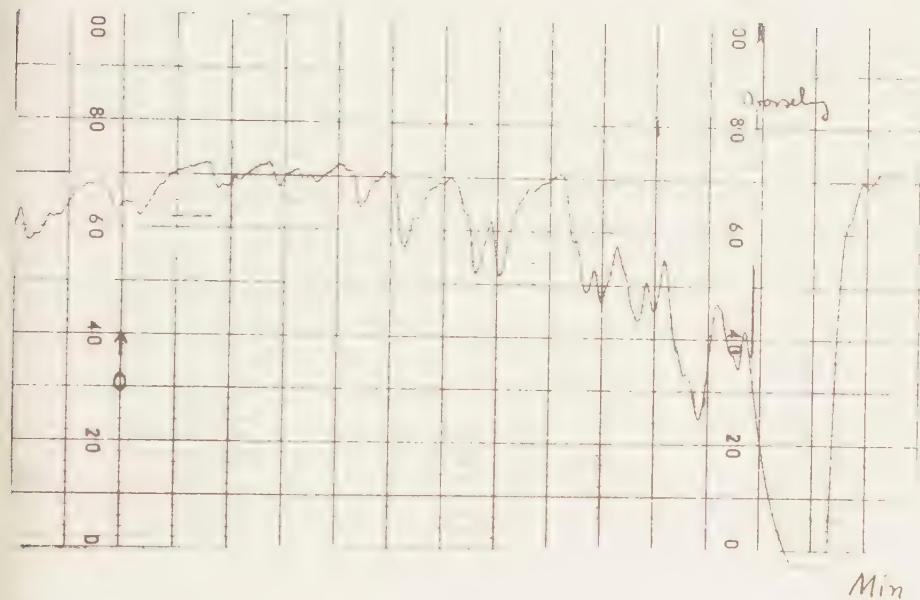
Die Kurven A, C und D zeigen in ihrem Verlauf ein Absinken in Bezug auf den Kurvenabschnitt der beiden ersten Minuten.

Bei Kurve A und D ist der tiefste Punkt in den letzten beiden Minuten erreicht, während die Kurve C schon bei der 5. und 6. Minute stark absinkt, um dann wieder anzusteigen und in den letzten Minuten wieder abzufallen. Der Abfall in allen drei Kurven zeigt einen Durchblutungsrückgang an.

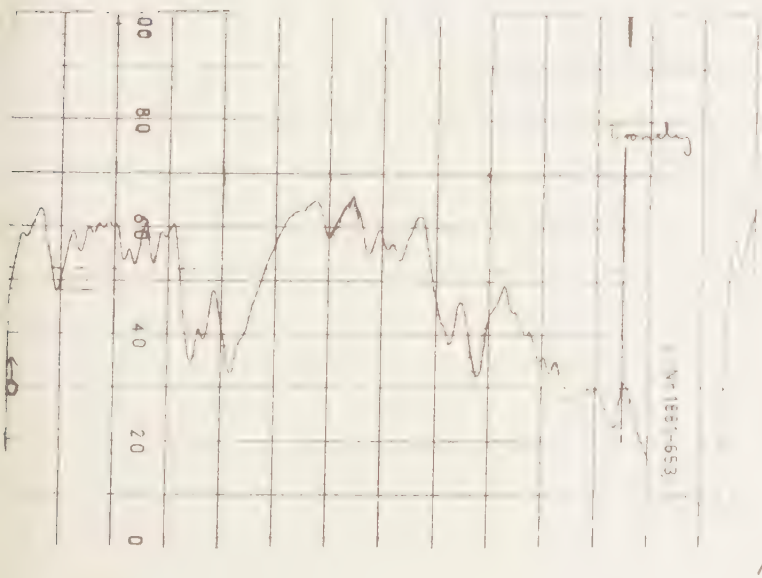
Die Kurve B ist ein Beispiel für einen nahezu konstanten Verlauf der Wärmetransportzahl in gleicher Höhe d. h. also, ohne anzusteigen noch abzufallen.

2. Gruppe der nicht autogen Trainierten

H.

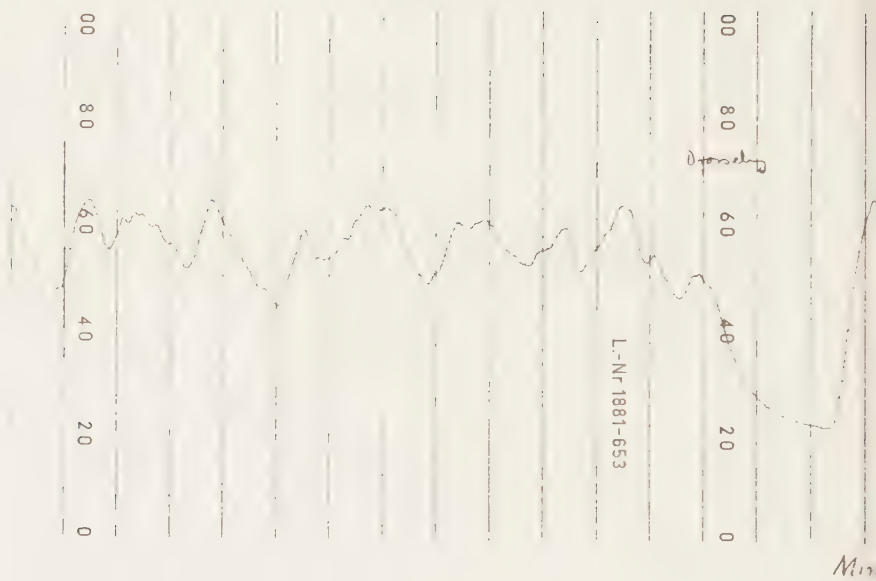


B.



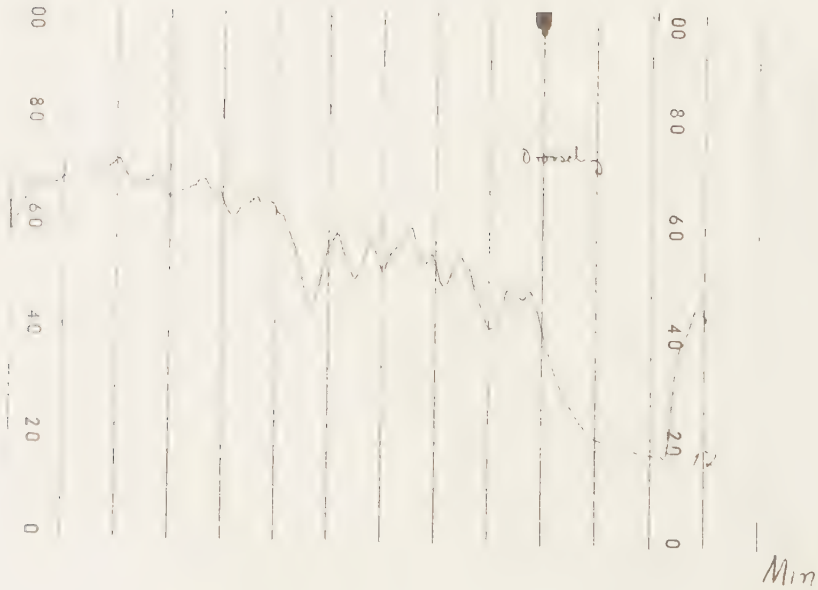
C.

λ



D

λ



Kommentar zu den Kurvenverläufen aus der Gruppe
dernicht autogen Trainierten

Auch bei diesen vier Kurven bleibt die Eigenrhythmik erhalten.

Bei Kurve A und B setzt der Durchblutungsrückgang erst im letzten Teil der Kurve ein, in dem die Durchblutung dann ziemlich gleichmässig absinkt.

In Kurve D dagegen setzt das gleichmässige Absinken der Durchblutung schon gleich zu Beginn der Aufzeichnung ein. Kurve C verläuft im Gegensatz zu den übrigen drei Kurven gleichmässig in gleicher Höhe ohne anzusteigen noch abzufallen..

Aufzeichnung der mittleren Abweichungen vom individuellen Nullwert ΔT_R und der Standardabweichungen (vgl. S. 13)

ΔT_M °C

Abb. I. Gruppe der augen-
Trainierten

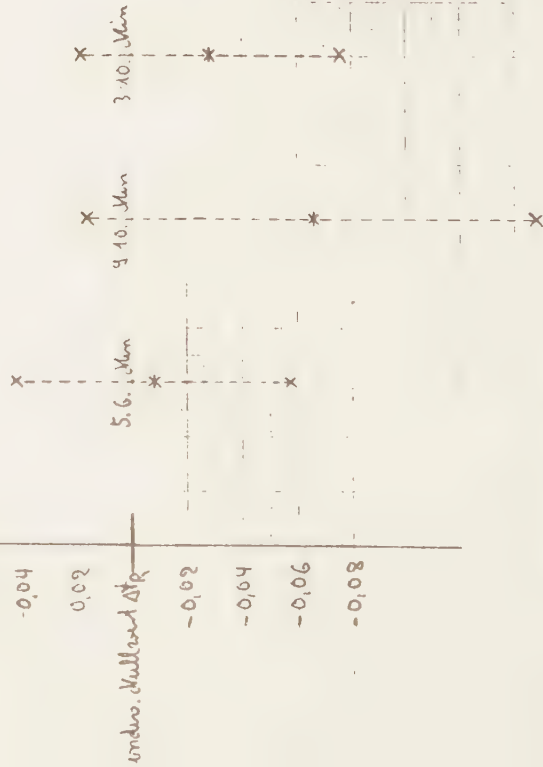


Abb. II: Gruppe der nicht-
Trainierten



* = mittlere Abweichung vom
individuellen Nullwert
x = Standardabweichung

VII. Literatur

- ASCHOFF, J. : Einige allgemeine Gesetzmässigkeiten
physikalischer Temperaturregulation.
Pflügers Arch.f.d.ges. Physiolog.
249 (1948) 125-136.
- BÜTTNER, K. : Über den Einfluss der Blutzirkulation
auf die Wärmeverfrachtung der Haut.
Strahlentherapie, 55 (1936) 333-354.
- BÜHLMANN, A.A. u. E.R. FRÖSCH :
Pathophysiologie.
Berlin, Heidelberg, New York 1972.
- CLARA, M. : Die arteriovenösen Anastomosen.
Anatomie, Biologie und Pathologie.
Leipzig 1939.
- EBBECKE, U. : Zur Physiologie der Haut.
Arch. Dermat. u. Syph. 200 (1955) 12-23.
- GOLENHOFEN, K.; H.HENSEL u. G.HILDEBRAND :
Durchblutungsmessung mit Wärmeleit-
elementen in Forschung und Klinik.
Stuttgart 1963.
- HENSEL, H. : Über die Steuerung der peripheren
Durchblutung.
Arch. phys. Therap. 7 (1955) 60-74.
- HESS, W.R. : Der Schlaf.
Klin. Wsch. 12 (1933) 129-134.
- HESS, W.R. : Das Zwischenhirn.
Basel 1949.

HILLE, H. : Zur Durchblutung der Terminalstrombahn.

Heidelberg 1965. (Theoretische und klinische Medizin in Einzeldarstellungen. Bd 26.)

MEYER, L. u. R. DESSFARGA:

Lehrbuch der Physiologie des Menschen.
28. Aufl. München, Berlin 1960.

MACHER, F. u. W. VOGEL:

Electron microscopic studies on the skin capillaries.

Dermatologica 124 (1962) 110 - 128.

LIEBOWITZ, G.:

Über die interstitiellen Zellen der Haut.

Hautarzt 7(1956) 123 - 126.

DEHLE, H.:

Grundprobleme der vegetativen tonischen Innervation.

Acta. neuroven. 4 (1952) 201 - 240.

SMITH, J. H.:

Das autogene Training.

1. Aufl. Stuttgart 1971.

SIEGEL, S.:

Nonparametric statistics for the behavioral sciences.

New York 1956.

STRAUMEYER, J.:

Funktionelle Morphologie der Arterien, Venen und arteriovenösen Anastomosen.

In: M. Ratschow: Angiologie, Stuttgart

1971, S. 11 - 71.

- TRESS, W. : Die Durchblutungsänderung der menschlichen Haut im autogenen Training und in der gestuften Aktivhypnose bei Langtrainierten.
Med. Diss., Mainz (im Umlauf).
- UBER, Th. : Wärmeleitmessung bei autogenem Training und gestufter Aktivhypnose.
Med. Diss., Tübingen 1966.
- VOGEL, W. : Veränderung der Hautdurchblutung im autogenen Training während der ersten neun Übungswochen.
Med. Diss., Tübingen 1967.

Herrn Professor Langen danke ich für das freundliche Überlassen des Themas sowie seine wertvollen Anregungen und Unterstützungen.

Mein Dank gilt auch den Herren Dipl. Psych. Hodapp und Weyer vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation.

Lebenslauf

Am 24. Oktober 1948 wurde ich, Winfried Schranz, in Koblenz als Sohn des Mechanikermeisters Karl Schranz und seiner Frau Luise, geb. Haugwitz, geboren.

1955 wurde ich in die Volksschule zu Burgen eingeschult. 1959 besuchte ich das Progymnasium St. Bernhard zu Schiefbahn und lebte in dem dort angeschlossenen Internat.

1966 wechselte ich nach der Mittleren Reife auf das altsprachliche Görresgymnasium in Koblenz. Dort legte ich am 11.6.1968 das Abitur ab.

Im Oktober 1968 begann ich das Studium der Medizin an der Johannes Gutenberg Universität in Mainz, bestand im Oktober 1969 das Vorphysikum und im März 1971 das Physikum.

Zur Zeit bin ich im 6. klinischen Semester und beabsichtige, im Frühjahr 1974 das Staatsexamen abzulegen.

